

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

REC'D 06 AUG 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 32 238.4

Anmeldetag: 17. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Philips Intellectual Property & Standards GmbH,
Hamburg/DE

(vormals: Philips Corporate Intellectual Property
GmbH)

Bezeichnung: Elektrolumineszierende Vorrichtung aus zwei-
dimensionalem Array

IPC: H 01 L, H 05 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 20. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wehner

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



BESCHREIBUNG

Elektrolumineszierende Vorrichtungen aus zweidimensionalem Array

Die Erfindung betrifft eine elektrolumineszierende Vorrichtung, welche einen ersten Satz an Bändern und einen zweiten Satz an Bändern umfasst, die derart angeordnet sind, 5 dass sie ein zweidimensionales Geflecht mit Kreuzungspunkten zwischen den Bändern des ersten Satzes und Bändern des zweiten Satzes ausbilden, wobei wenigstens ein Satz an Bändern eine lichtemittierende Substanz enthält, die Licht emittiert, wenn eine Spannung zwischen den ersten Satz an Bändern und zweiten Satz an Bändern angelegt wird.

10

Elektrolumineszierende Vorrichtungen sind Strukturen, die Licht emittieren, wenn ein elektrisches Feld angelegt wird. Bei Anlegen einer entsprechenden Spannung, typischerweise einige Volt, an zwei gegenüberliegende Elektroden der elektrolumineszierenden Vorrichtung werden positive und negative Ladungsträger injiziert, die zu einer elektrolumineszierenden Schicht wandern, dort rekombinieren und dabei Licht erzeugen. 15

Bekannte Beispiele für eine derartige Vorrichtung sind Licht-emittierenden Dioden basierend auf GaP oder anderen III-V-Halbleitern.

Obwohl diese elektrolumineszierenden Vorrichtung sehr effizient sind, können sie nicht 20 einfach und wirtschaftlich in großen Anzeigesystemen verwendet werden.

Abhilfe bieten hier organische licht-emittierende Dioden, sogenannte OLEDs. Organische licht-emittierende Dioden sind aus mehreren Funktionsschichten aufgebaut. In „Philips Journal of Research, 1998, 51, 467“ ist ein typischer Aufbau einer OLED 25 beschrieben. Ein typischer Aufbau umfasst eine Schicht ITO (Indium Tin Oxide) als transparente Elektrode (Anode), eine leitende Polymerschicht, eine elektrolumineszierende Schicht, d. h. eine Schicht aus einem lichtemittierenden Material, insbesondere aus einem lichtemittierenden Polymer, und eine Elektrode aus einem Metall,

vorzugsweise ein Metall mit geringer Austrittsarbeit, (Kathode). Ein derartiger Aufbau ist üblicherweise auf einem Substrat, meist Glas, aufgebracht. Durch das Substrat erreicht das erzeugte Licht den Betrachter. Eine OLED mit einem licht-emittierenden Polymer in der elektrolumineszierenden Schicht wird auch als polyLED oder PLED 5 bezeichnet.

Derartige elektrolumineszierende Vorrichtungen können nicht nur mit einer großen Bildschirmdiagonalen, sondern auch mit einer geringen Tiefe hergestellt werden. Bei Verwendung eines geeigneten Substrats, beispielsweise einer Polymerfolie, können 10 sogar flexible elektrolumineszierende Vorrichtungen erhalten werden.

Eine flexible elektrolumineszierende Vorrichtung auf Basis einer polyLED ist beispielsweise aus der US 5,962,967 bekannt. Die elektrolumineszierende Vorrichtung weist eine gewebte Struktur aus zwei verschiedenen zentrosymmetrischen Fasern auf. 15 Jede dieser Fasern enthält ein elektrisch leitendes Element und wenigstens eine der beiden Fasern weist eine Beschichtung aus einem licht-emittierenden Polymer auf. Wird an die beiden elektrisch leitenden Elemente ein elektrisches Feld angelegt, so emittiert das licht-emittierende Polymer an den Kreuzungspunkten der beiden Fasern Licht.

20 Für die Effizienz einer OLED ist die Grenzfläche bzw. der Kontakt zwischen zwei Schichten entscheidend. Je besser der Kontakt, desto effizienter ist die elektrolumineszierende Vorrichtung. Insbesondere eine elektrolumineszierende Vorrichtung aus einer Faser, die nur aus einem elektrisch leitenden Element besteht, und einer Faser mit einer Beschichtung aus einem licht-emittierenden Polymer ist nicht sehr effizient, da 25 zwei sehr unterschiedliche Materialien miteinander in Kontakt stehen.

Nachteilig bei einer derartigen elektrolumineszierenden Vorrichtung ist weiterhin, dass die Lichtemission nur in Bereichen mit engem Kontakt zwischen den beiden Fasern stimuliert wird.

Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte elektrolumineszierende Vorrichtung mit bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine elektrolumineszierende Vorrichtung, welche

5 einen ersten Satz an Bändern und einen zweiten Satz an Bändern umfasst, die derart angeordnet sind, dass sie ein zweidimensionales Geflecht mit Kreuzungspunkten zwischen den Bändern des ersten Satzes und Bändern des zweiten Satzes ausbilden, wobei die Bänder jeweils aus einer Abfolge von Schichten bestehen und wenigstens ein Satz an Bändern eine lichtemittierende Substanz enthält, die Licht emittiert, wenn eine Spannung zwischen den ersten Satz an Bändern und zweiten Satz an Bändern angelegt wird.

10 Im Gegensatz zu den bekannten zentrosymmetrischen Fasern weisen die Bänder einen spiegelsymmetrischen Schichtaufbau auf. Durch den dadurch bedingten im wesentlichen rechteckigen Querschnitt der Bänder wird die Kontaktfläche zwischen zwei verschiedenen Bändern vergrößert.

15 Durch die vorteilhafte Ausführung gemäß Anspruch 2 wird ein enger Kontakt zwischen den beiden Bändern erzeugt. Dies wird erreicht in dem zwei gleichartige, nämlich organische, Materialien miteinander in Kontakt stehen. Dadurch wird auch der Ladungs-
20 transport effizienter und es gelangen mehr Ladungsträger zur elektrolumineszierenden Schicht. Dadurch wird nicht nur mehr Licht erzeugt, sondern auch der Bereich Licht-emission vergrößert.

25 Die vorteilhaft ausgewählten organischen Materialien gemäß Anspruch 3 sind entweder effektive Licht-emittierende Substanzen, Löcher-leitende Materialien, Elektronen-leitende Materialien oder geeignete Substratmaterialien.

30 Durch die vorteilhafte Ausgestaltung des ersten Satzes an Bändern gemäß der Ansprüche 4 bis 6 und des zweiten Satzes an Bändern gemäß der Ansprüche 7 bis 9

werden Bänder erhalten, die zusammen in einem Geflecht durch eine erhöhte Kontaktfläche und einen engen Kontakt eine effektive Lichterzeugung auf Basis von Elektrolumineszenz ermöglichen.

5 Durch die vorteilhafte Ausgestaltung des zweiten Satzes an Bändern gemäß der Ansprüche 10 und 11 können die Emissionseigenschaften der elektrolumineszierenden Vorrichtung weiter verbessert, in dem sie einen Farbfilter und/oder eine Diffusions-sperrschiicht aufweist.

10 Im folgenden soll anhand von sechs Figuren und acht Ausführungsbeispielen die Erfin-dung näher erläutert werden. Dabei zeigt

Fig. 1 eine Aufsicht auf eine erfindungsgemäße elektrolumineszierende Vorrichtung,

15 Fig. 2 im Querschnitt ein erfindungsgemäßes Kathodenband,

Fig. 3 im Querschnitt ein weiteres erfindungsgemäßes Kathodenband,

20 Fig. 4 im Querschnitt ein erfindungsgemäßes Anodenband,

Fig. 5 im Querschnitt ein weiteres erfindungsgemäßes Anodenband und

Fig. 6 im Querschnitt noch ein weiteres erfindungsgemäßes Anodenband.

25 Gemäß Fig. 1 weist eine erfindungsgemäße elektrolumineszierende Vorrichtung ein zweidimensionales Geflecht aus Bändern auf. Die Bänder umfassen einen ersten Satz an Bänder, welche auch als Kathodenbänder 1 bezeichnet werden können und zweiten Satz an Bändern, die auch als Anodenbänder 2 bezeichnet werden können. Wie aus Fig. 1
30 deutlich wird, sind die Bänder derart angeordnet, dass ein zweidimensionales Geflecht

bzw. Array aus Kreuzungspunkten erhalten wird, indem jedes Kathodenband 1 ein bestimmtes Anodenband 2 nur einmal kreuzt und umgekehrt. In diesem Geflecht wird an jedem zweiten Kreuzungspunkt Licht erzeugt.

5 Alternativ kann ein Geflecht andere gewebte Muster aufweisen, so kann beispielsweise ein Geflecht erzeugt werden, bei dem ein Anodenband 2 jeweils drei Kathodenbänder 1 überspannt.

In Fig. 2 ist im Querschnitt eine Ausführungsform eines Kathodenbands 1 gezeigt. Ein Kathodenband 1 weist ein flexibles Substrat 3, welches vorzugsweise ein organisches Polymer wie Polyamid enthält, auf. An das Substrat 3 grenzt eine erste Elektrode 4, beispielsweise in Form einer elektrisch leitenden Schicht aus einem Metall wie Aluminium, Kupfer, Silber oder Gold, einer Legierung oder n-dotiertem Silicium. Es ist vorteilhaft, dass die zweite Elektrode 4 zwei oder mehr Schichten aufweist. Es ist dabei 15 insbesondere bevorzugt, dass die zweite Elektrode 4 eine erste Schicht, welche an das Substrat 3 grenzt, aus Aluminium, Kupfer, Silber oder Gold und eine zweite Schicht aus einem Erdalkalimetall, wie beispielsweise Cäsium, Calcium oder Barium, enthält. Alternativ kann die zweite Schicht eine Schicht aus Biphenyl enthalten, die mit einem Alkalimetall, vorzugsweise Cäsium, dotiert ist.

20 In einer weiteren möglichen Ausführungsform enthält die erste Elektrode 4 vier leitfähige Schichten. Die erste Schicht, welche an das Substrat 3 grenzt, enthält Aluminium. Die zweite Schicht enthält Aluminium und SiO_2 und zwar in einem Molverhältnis Al/SiO_2 von 3:1. Die dritte Schicht, welche an die zweite Schicht grenzt, 25 enthält Aluminium. Die vierte Schicht enthält das Erdalkalimetall. Mit Hilfe dieses Aufbaus der ersten Elektrode 4 wird durch destruktive Interferenz die Reflexion von Umgebungslicht reduziert und so der Bildkontrast der elektrolumineszierenden Vorrichtung verbessert.

In einer weiteren möglichen Alternative enthält die erste Elektrode 4 mehrere Schichten von denen eine aus einem Material mit hohem Brechungsindex, vorzugsweise ZnS, ist. Eine derartige erste Elektrode 4 weist eine erste Schicht, welche an das Substrat 3 grenzt, aus dem Material mit hohem Brechungsindex auf. An diese erste Schicht grenzt 5 die zweite Schicht aus einem Metall, insbesondere Silber, und an die zweite Schicht grenzt die dritte Schicht, die das Erdalkalimetall oder Alkalimetall-dotiertes Biphenyl enthält. Durch diesen Aufbau wird die erste Elektrode 4 transparent, d. h. durchlässig für das in der elektrolumineszierenden Vorrichtung erzeugte Licht.

10 An die erste Elektrode 4 grenzt eine erste organische Schicht 5, welche eine Licht-emittierende Substanz enthält. Die erste organische Schicht 5 ist in dieser Ausführungsform die elektrolumineszierende Schicht der elektrolumineszierenden Vorrichtung.

Die Licht-emittierende Substanz kann beispielsweise ein Licht-emittierendes organisches Polymer wie beispielsweise Poly(*p*-Phenylvinyl) (PPV) oder ein substituiertes PPV, wie zum Beispiel dialkoxy-substituiertes PPV, enthalten. Alternativ können beispielsweise auch Polypyrrole, Polythiophene, Polyaniline sowie substituierte und/oder dotierte Derivate dieser Polymere als Licht-emittierende Substanzen verwendet werden. Weitere geeignete Licht-emittierende Polymere sind beispielsweise 20 Poly[2-(6-Cyano-6-methylheptyloxy)-1,4-phenylen (CN-PPP), Poly[9,9'-dihexylfluorenyl-2,7-diyl], Poly[9,9-di-(2-ethylhexyl)-fluorenyl-2,7-diyl] oder Poly[9,9'-dioctylfluorenyl-2,7-diyl].

Alternativ können auch Licht-emittierende Copolymere wie beispielsweise Poly[9,9'-dioctylfluorenyl-2,7-diyl]-co-(1,4-vinylphenylen)], Poly[9,9'-dihexylfluoren)-co-(N,N-di(phenyl)-N,N-di(*p*-butylphenyl)-1,4-diaminobenzol)], Poly[9,9'-dihexylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(1,4-benzo-[2,1',3]thiadiazol)], Poly[9,9'-dihexylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(2,5-*p*-xylol)], Poly[9,9'-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(3,5-pyridin)], Poly[9,9'-dihexylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(9,9'-{5-pentenyl}-fluorenyl-2,7-diyl)] oder Poly[9,9'-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(6,6'-{2,2'-bipyridin})] als Licht-emittierende Substanz in der ersten organischen Schicht 5 verwendet werden.

Weitere geeignete Licht-emittierende Substanzen, welche sich in der ersten organischen Schicht 5 befinden können, sind Licht-emittierende Oligomere wie beispielsweise 4,4'-Bis(9-ethyl-3-carbazovinylen)-1,1'biphenyl, 9,10-Di[(9-ethyl-3-carbazoyl)-vinylenyl]-5-antracen, 4,4'-Bis(diphenylvinylenyl)-biphenyl oder 1,4-Bis(9-ethyl-carbazovinylen-2-methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)benzol.

Alternativ kann die organische Schicht 5 als Licht-emittierende Substanz einen Metallkomplex mit wenigstens einem organischen Liganden wie beispielsweise Aluminium-oxinat (Alq_3), Bis-(2-methyl-8-chinolinolato)-4-(phenyl-phenolato)-aluminium-(III) (BAIq), Tris(2-phenylpyridin)iridium (Ir(ppy)_3), Iridium(III)bis(2-(4,6-difluorophenyl)-pyridinato-N,C²)picolinat (FIrpic), Europium(III)-Komplexe wie zum Beispiel Tris-(benzoylacetato)mono(1,10-phenthrolin)-europium oder Tris-(benzoylacetato)mono(5-amino-1,10-phenthrolin)-europium, Borate wie Lithiumtetra(8-hydroxychinolinato)-borat oder Lithiumtetra(2-methyl-8-hydroxychinolinato)-borat sowie Zink-Komplexe wie Bis(8-hydroxychinolinato)-zink oder Bis(2-methyl-8-hydroxychinolinato)-zink enthalten. Es ist auch möglich, dass die organische Schicht 5 mehrere, vorzugsweise drei, Metallkomplexe, die Licht in unterschiedlichen Farben emittieren, enthält. In dieser Ausführungsform kann die organische Schicht 5 beispielsweise Tris-(benzoylacetato) mono(5-amino-1,10-phenthrolin)-europium als rot-emittierenden Metallkomplex, Alq_3 als grün-emittierenden Metallkomplex und Bis(2-methyl-8-hydroxychinolinato)-zink als blau-emittierenden Metallkomplex enthalten und weißes Licht emittieren.

In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform eines Kathodenbands 1 gezeigt. In dieser Ausführungsform sind zwei organische Schichten 5, 6 auf der ersten Elektrode 4 aufgebracht. In dieser Ausführungsform fungiert die erste organische Schicht 5 als Elektronen-leitende Schicht und enthält ein Elektronen-leitendes Material wie beispielsweise ein leitfähiges Polymer, ein leitfähiges Oligomer, ein Metallkomplex oder einen Heterozyklus. Die Materialien können gegebenenfalls Substituenten

und/oder Dotierungen aufweisen. Ein geeignetes Material kann ein Oxadiazol, ein Oxazol, ein Isoxazol, ein Thiazol, ein Isothiazol, ein Thiadiazol, 1,2,3 Triazol, ein 1,3,5 Triazin, Chinoxalin, ein Oligopyrrol, ein Polypyrrrol, ein Phenylenvinylen-Oligomer ein Phenylenvinylen-Polymer, ein Vinylcarbazol-Oligomer, ein Vinylcarbazol-Polymer, ein 5 Fluoren-Oligomer, ein Fluoren-Polymer, Phenylacetylen-Oligomer, ein Phenylacetylen-Polymer, ein Phenyl-Oligomer, ein Phenyl-Polymer, ein Oligothiophen, ein Polythiophen, ein Polyacetylen oder Oligoacetylen umfassen. Ein geeignetes Elektronen-leitendes Material ist beispielsweise 2-Biphenyl-5-(4-*tert.*-butylphenyl)-3,4-oxadiazol (PBD). Entsprechend ihrer Elektronen-leitenden Eigenschaft, verhindern 10 diese Materialien auch den Transport von Löchern durch die erste organische Schicht 5 in Richtung Kathode.

Die zweite organische Schicht 6 fungiert in dieser Ausführungsform als elektrolumineszierende Schicht und enthält die Licht-emittierende Substanz.

15 Fig. 4 zeigt im Querschnitt eine Ausführungsform eines Anodenbands 2. Ein Anodenband 2 weist ein flexibles Substrat 3, welches vorzugsweise ein organisches Polymer wie Polyamid enthält, auf. An das Substrat 3 grenzt eine zweite Elektrode 7, vorzugsweise in Form einer transparenten, elektrisch leitenden Schicht aus ITO. An die zweite Elektrode 7 grenzt eine dritte organische Schicht 8. Die dritte organische Schicht 8 20 fungiert als Löcher-leitende Schicht und enthält beispielsweise ein leitfähiges Polymer, ein leitfähiges Oligomer oder ein Amin. Die Materialien können gegebenenfalls Substituenten und/oder Dotierungen aufweisen. Ein geeignetes Material kann ein tertiäres Amin, ein tertiäres aromatisches Amin, ein arylamin-haltiges Polymer, ein 25 Oligothiophen, ein Polythiophen, ein Oligopyrrol, ein Polypyrrrol, ein Oligophenylenvinylen, ein Phenylenvinylen-Polymer, ein Vinylcarbazol-Oligomer, ein Vinylcarbazol-Polymer, ein Fluoren-Oligomer, ein Fluoren-Polymer, ein Phenylacetylen-Oligomer, ein Oligophenylen, ein Polyphenylen, ein Acetylenoligomer, ein Polyacetylen, ein Phthalocyanin oder ein 30 Porphyrin umfassen. Vorzugsweise werden Polyethylendioxythiophen (PDOT), N,N'-

Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)benzidin (TPD), 4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl (CBP) oder N,N'-Di-[(1-naphthyl)-N,N'-diphenyl]- (1,1'-biphenyl)-4,4'-diamin (α -NPD) als Löcher-leitende Materialien verwendet. Entsprechend ihrer Löcher-leitenden Eigenschaft verhindert die dritte organische Schicht 8, dass Elektronen durch die dritte 5 organische Schicht 8 in Richtung Anode wandern. In einer alternativen Ausführungsform kann die zweite Elektrode 7 ein Loch-leitendes Material enthalten. Zur Erhöhung der Leitfähigkeit kann die zweite Elektrode 7 neben dem Loch-leitenden Material Metallfäden enthalten.

10 Fig. 5 zeigt im Querschnitt ein weiteres erfindungsgemäßes Anodenband 2. In dieser Ausführungsform befindet sich eine zusätzliche Schicht 9 zwischen dem Substrat 3 und der zweiten Elektrode 7. Diese zusätzliche Schicht 9 kann beispielsweise ein Pigment enthalten und somit als Farbfilter fungieren. Alternativ kann sich zwischen Substrat 3 und der zweiten Elektrode 7 eine zusätzliche Schicht 9 aus SiO₂ befinden. Diese zusätzliche 15 Schicht 9 aus SiO₂ fungiert als Diffusionssperrsicht.

Prinzipiell ist es möglich, dass nicht die Kathodenbänder 1, sondern die Anodenbänder 2 die lichtemittierende Substanz enthalten. In dieser Ausführungsform weisen die Kathodenbänder einen Aufbau gemäß Fig. 2 auf und die erste organische Schicht 5 20 enthält ein Elektronen-leitendes Material. Die Anodenbänder 2 können einen Aufbau gemäß Fig. 6 aufweisen. In dieser Ausführungsform weist das Anodenband 2 ein Substrat 3, eine zweite Elektrode 7, eine dritte organische Schicht 8 und eine vierte organische Schicht 10, die an die dritte organische Schicht 8 grenzt, auf. In dieser Ausführungsform enthält die dritte organische Schicht 8 ein Löcher-leitendes Material 25 und die vierte organische Schicht 10 enthält die Licht-emittierende Substanz. Alternativ kann sich zwischen dem Substrat 3 und der zweiten Elektrode 7 noch die zusätzliche Schicht 9 befinden. Es ist auch möglich, dass die dritte organische Schicht 8 die Licht-emittierende Substanz und die vierte organische Schicht 10 ein Elektronen-leitendes Material enthält. Alternativ können weitere organische Schichten auf der vierten 30 organischen Schicht aufgebracht sein.

Zur Herstellung einer elektrolumineszierenden Vorrichtung werden zunächst die Kathodenbänder 1 und die Anodenbänder 2 hergestellt. Zur Herstellung eines Kathodenbandes 1 werden zunächst die entsprechenden Materialien für die erste Elektrode 4 und die erste und ggf. die zweite organische Schicht 5,6 in der entsprechenden Reihenfolge auf ein großflächiges Substrat 3 abgeschieden. Anschließend wird der erhaltene Schichtaufbau in Streifen, vorzugsweise mit einer Breite zwischen 200 und 500 µm, geschnitten und so die Kathodenbänder 1 erhalten.

10 Analog werden die Anodenbänder 2 hergestellt, in dem auf einem großflächigen Substrat 3, die entsprechenden Materialien für die zweite Elektrode 7, die dritte organische Schicht 8 und ggf. die zusätzliche Schicht 9 und die vierte organische Schicht 10 in der entsprechenden Reihenfolge abgeschieden werden. Anschließend wird der erhaltene Schichtaufbau in Streifen, vorzugsweise mit einer Breite zwischen 200 und 500 µm, geschnitten und so die Anodenbänder 2 erhalten.

15 Die Breite der Kathodenbänder 1 und der Anodenbänder 2 ist abhängig von der gewünschten Zeilen- und Spaltenzahl in der fertigen elektrolumineszierenden Vorrichtung. Die Breite der Kathodenbänder 1 kann dabei der Breite der Anodenbänder 2 entsprechen, aber auch größer oder kleiner sein. Der Querschnitt der Bänder ist beliebig, 20 aber durch den schichtweisen Aufbau der Bänder vorzugsweise rechteckig, rechteckig mit abgerundeten Kanten oder trapezförmig.

25 Aus den Kathodenbänder 1 und den Anodenbändern 2 wird eine elektrolumineszierende Vorrichtung gewebt, in dem die Kathodenbänder 1 oder die Anodenbänder 2 als Webfaden und das jeweils andere Band als Kettfaden verwendet wird. Dabei können auch unterschiedliche Kathodenbänder 1 bzw. Anodenbänder 2 in einer elektrolumineszierenden Vorrichtung als Kettfaden bzw. Webfaden verwendet werden.

30 Zur Stabilisierung des erhaltenen zweidimensionalen Geflechts kann dieses zwischen zwei Glasplatten gelegt werden. Die Glasplatten werden bei Temperaturen von um die

80 °C zusammengepresst, um einen engen Kontakt zwischen den Kathodenbändern 1 und Anodenbändern 2 herzustellen. Anschließend werden die Glasplatten mit einem Kleber gasdicht verschlossen. Der Kleber kann beispielsweise thermisch oder durch Bestrahlung mit UV-Licht ausgehärtet werden.

5

Alternativ kann das zweidimensionale Geflecht zwischen zwei Folien, beispielsweise Polycarbonatfolien, laminiert werden.

10

Weiterhin kann ein Zirkularpolarisator in das Laminat aus zweidimensionalem Geflecht und Glass bzw. Polycarbonatfolie eingebracht werden, der einfallendes Umgebungslicht absorbiert und so den Kontrast erhöht.

15

Prinzipiell ist es auch möglich, dass das Substrat 3 eine metallische Folie, beispielsweise aus Aluminium, ist und somit neben der Substratfunktion auch die Funktion einer Elektrode ausübt.

Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung erläutert, die beispielhafte Realisierungsmöglichkeiten darstellen.

20

Ausführungsbeispiel 1

25

Es wurden Kathodenbänder 1 hergestellt, indem auf eine Polyamid-Folie als Substrat 3 eine 200 nm dicke Schicht aus Aluminium und eine 5 nm dicke Schicht aus Barium als erste Elektrode 4 abgeschieden wurden. Auf die erste Elektrode 4 wurde eine 80 nm dicke erste organische Schicht 5 aus PPV abgeschieden. Anschließend wurde die beschichtete Polyamid-Folie in 300 µm breite Streifen geschnitten.

30

Weiterhin wurden Anodenbänder 2 hergestellt, in dem auf eine Polyamid-Folie als Substrat 3 eine 100 nm dicke SiO₂-Schicht als zusätzliche Schicht 9 abgeschieden wurde. Auf die zusätzliche Schicht 9 wurde eine 150 nm dicke zweite Elektrode 7 aus

ITO abgeschieden. Auf die zweite Elektrode 7 wurde eine 200 nm dicke dritte organische Schicht 8 aus PDOT aufgebracht. Die erhaltene beschichtete Polyamid-Folie wurde in 400 μm breite Streifen geschnitten.

- 5 Aus den Kathodenbändern 1 und den Anodenbändern 2 wurde ein zweidimensionales Geflecht gemäß Fig. 1 hergestellt, in dem die Kathodenbänder 1 als Kettfaden und die Anodenbänder 2 als Webfaden verwendet wurden. Das erhaltene Geflecht wurde zwischen zwei gegenläufige Rollen gelegt und bei einem Druck größer 100 N zusammengepresst. Anschließend wurde das zweidimensionale Geflecht zwischen zwei 10 Polycarbonatfolien laminiert und mit elektrischen Anschlüssen versehen, so dass eine flexible elektrolumineszierende Vorrichtung erhalten wurde, die an jedem zweiten Kreuzungspunkt orangefarbenes Licht emittierte.

Ausführungsbeispiel 2

- 15 Es wurden Kathodenbänder 1 hergestellt, indem auf eine Polyamid-Folie als Substrat 3 eine 200 nm dicke Schicht aus Aluminium und eine 5 nm dicke Schicht aus Barium als erste Elektrode 4 abgeschieden wurden. Auf die erste Elektrode 4 wurde eine 150 nm dicke erste organische Schicht 5 aus Polythiophen abgeschieden. Anschließend wurde 20 die beschichtete Polyamid-Folie in 200 μm breite Streifen geschnitten.

- 25 Weiterhin wurden Anodenbänder 2 hergestellt, in dem auf eine Polyamid-Folie als Substrat 3 eine 100 nm dicke SiO_2 -Schicht als zusätzliche Schicht 9 abgeschieden wurde. Auf die zusätzliche Schicht 9 wurde eine 150 nm dicke zweite Elektrode 7 aus ITO abgeschieden. Auf die zweite Elektrode 7 wurde eine 200 nm dicke dritte organische Schicht 8 aus PDOT abgeschieden. Auf die dritte organische Schicht 8 wurde eine 80 nm dicke, vierte organische Schicht 10 aus PPV abgeschieden.

- 30 Aus den Kathodenbändern 1 und den Anodenbändern 2 wurde ein zweidimensionales Geflecht gemäß Fig. 1 hergestellt, in dem die Kathodenbänder 1 als Webfaden und die

Anodenbänder 2 als Kettfaden verwendet wurden. Das erhaltene zweidimensionale Geflecht wurde mit elektrischen Anschlüssen versehen und zwischen zwei 1 mm dicke Glasplatten getan, welche anschließend bei Temperaturen von 80 °C zusammengepresst und gasdicht mit Hilfe eines Klebers, der durch Bestrahlung mit UV-Licht aushärtete, 5 abgedichtet wurden. Es wurde eine elektrolumineszierende Vorrichtung erhalten wurde, die an jedem zweiten Kreuzungspunkt orangefarbenes Licht emittierte.

Ausführungsbeispiel 3

10 Es wurden Kathodenbänder 1 hergestellt, indem auf eine Polyamid-Folie als Substrat 3 eine erste Elektrode 4 aus drei Schichten abgeschieden wurde. Die erste Schicht, welche an das Substrat 3 grenzte, enthielt eine 20 nm dicke Schicht aus ZnS, die zweite Schicht enthielt eine 20 nm dicke Schicht aus Ag und die dritte Schicht enthielt eine 10 nm dicke Schicht Biphenyl, welches mit Cäsium dotiert war. Auf die erste Elektrode 4 15 wurde eine erste organische Schicht 5 aus Alq₃ aufgebracht. Die Schichtdicke der ersten organischen Schicht 5, welche als Elektronen-leitende Schicht fungierte, betrug 80 nm. Anschließend wurde die beschichtete Polyamid-Folie in 200 µm breite Streifen geschnitten.

20 Weiterhin wurden Anodenbänder 2 hergestellt, in dem auf eine Polyamid-Folie als Substrat 3 eine zweite Elektrode 7 aus einer 35 nm dicken Schicht α-NPD abgeschieden wurde. Auf der zweiten Elektrode 7 wurde eine 80 nm dicke dritte organische Schicht 8 mit der blaues Licht-emittierenden Substanz 4,4'-Bis(2,2-diphenyl-ethen-1-yl)-biphenyl (DPVBi) aufgebracht. Auf die dritte organische Schicht 8 wurde eine 50 nm dicke vierte organische Schicht aus 2-Biphenyl-5-(4-tert.-butylphenyl)-3,4-oxadiazol als Elektronen-leitende und Löcher-blockierende Schicht aufgebracht. Anschließend wurde die beschichtete Polyamid-Folie in 250 µm breite Streifen geschnitten.

30 Aus den Kathodenbändern 1 und den Anodenbändern 2 wurde ein zweidimensionales Geflecht gemäß Fig. 1 hergestellt, in dem die Kathodenbänder 1 als Webfaden und die

Anodenbänder 2 als Kettfaden verwendet wurden. Das erhaltene zweidimensionale Geflecht wurde mit elektrischen Anschlüssen versehen und zwischen zwei 1 mm dicke Glasplatten getan, welche anschließend bei Temperaturen von 80 °C zusammengepresst und gasdicht mit Hilfe eines Klebers, der thermisch aushärtete, abgedichtet wurden. Es 5 wurde eine elektrolumineszierende Vorrichtung erhalten wurde, die an jedem zweiten Kreuzungspunkt blaues Licht emittierte.

Ausführungsbeispiel 4

10 Es wurden drei verschiedene Kathodenbänder 1 hergestellt, welche jeweils eine licht-emittierende Substanz enthielten, die entweder rotes, grünes oder blaues Licht emittierten.

15 Ein rot-emittierendes Kathodenband 1R wies ein Substrat 3 aus Polyamid auf, auf dem die erste Elektrode 4 aus einer 100 nm dicken Aluminium-Schicht und einer 10 nm dicken Schicht aus Biphenyl, welches mit Cäsium dotiert war, aufgebracht wurde. An die erste Elektrode 4 grenzte eine 80 nm dicke erste organische Schicht 5, welche Tris-(benzoylacetonato)-mono(5-amino-1,10-phenanthrolin)-europium enthielt. Die Breite des rot-emittierenden Kathodenbands 1R betrug 300 µm.

20 Ein grün-emittierendes Kathodenband 1G wies ein Substrat 3 aus Polyamid auf, auf dem eine erste Elektrode 4 aus einer 100 nm dicken Aluminium-Schicht und einer 10 nm dicken Schicht aus Biphenyl, welches mit Cäsium dotiert war, aufgebracht ist. An die erste Elektrode 4 grenzte eine 75 nm dicke erste organische Schicht 5, welche Alq₃ 25 enthielt. Die Breite des grün-emittierenden Kathodenbands 1G betrug 100 µm.

30 Ein blau-emittierendes Kathodenband 1B wies ein Substrat 3 aus Polyamid auf, auf dem eine erste Elektrode 4 aus einer 100 nm dicken Aluminium-Schicht und einer 10 nm dicken Schicht aus Biphenyl, welches mit Cäsium dotiert war, aufgebracht ist. An die erste Elektrode 4 grenzte eine 90 nm dicke erste organische Schicht 5, welche

Lithiumtetra(2-methyl-8-hydroxychinolinato)-borat enthielt. Die Breite des blau-emittierenden Kathodenbands 1B betrug 200 μm .

Weiterhin wurden Anodenbänder 2 hergestellt, in dem auf eine Polyamid-Folie als 5 Substrat 3 eine zweite Elektrode 7 aus einer 35 nm dicken Schicht α -NPD abgeschieden wurde. Auf der zweiten Elektrode 7 wurde eine 80 nm dicke dritte organische Schicht 8 aus 2-Biphenyl-5-(4-*tert.*-butylphenyl)-3,4-oxadiazol (PBD) als Löcher-leitende Schicht aufgebracht. Anschließend wurde die beschichtete Polyamid-Folie in 600 μm breite Streifen geschnitten.

10 Aus den drei verschiedenen Kathodenbändern 1 und den Anodenbändern 2 wurde ein zweidimensionales Geflecht gemäß Fig. 1 hergestellt, in dem die drei Kathodenbänder 1 alternierend, d. h. 1R, 1G, 1B, 1R, 1G, 1B, ... als Kettfaden und die Anodenbänder 2 als Webfaden verwendet wurden. Das erhaltene zweidimensionale Geflecht wurde mit 15 elektrischen Anschlüssen versehen und zwischen zwei 1 mm dicke Glasplatten getan, welche anschließend bei Temperaturen von 80 °C zusammengepresst und gasdicht mit Hilfe eines Klebers, der thermisch aushärtete, abgedichtet wurden. Es wurde eine vollfarbige, elektrolumineszierende Vorrichtung erhalten.

20 Ausführungsbeispiel 5

Es wurde eine vollfarbige, elektrolumineszierende Vorrichtung analog zu Ausführungsbeispiel 4 hergestellt, mit dem Unterschied das licht-emittierende Polymere anstelle der licht-emittierenden Metallkomplexe in der jeweiligen organischen Schicht 5 der 25 Kathodenbänder 1R, 1G, 1B verwendet wurden. Ein rot-emittierendes Kathodenband 1R wies eine 80 nm dicke Schicht aus Poly[$\{9\text{-ethyl-3,6-bis(2-cyanovinylen)carbazolylen}\}$ alt-co-[2-methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylen]] auf. Ein grün-emittierendes Kathodenband 1G wies eine 75 nm dicke Schicht aus Poly[$\{9,9\text{-dioctyl-2,7-divinylen-fluorenylen}\}$ alt-co-{2-methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylen}] auf. Ein blau-emittierendes Kathodenband 1B wies eine 90 nm dicke 30 Schicht aus Poly[9,9-dihexylfluorenyl-2,7-diyl] auf.

Ausführungsbeispiel 6

Es wurden Kathodenbänder 1 hergestellt, indem auf eine Polyamid-Folie als Substrat 3 eine 200 nm dicke Schicht Aluminium und eine 5 nm dicke Schicht aus Biphenyl, welches mit Cäsium dotiert war, als erste Elektrode 4 abgeschieden wurden. Auf die erste Elektrode 4 wurde eine 90 nm dicke erste organische Schicht 5 aus Tris-(benzoylacetonato)-mono(5-amino-1,10-phenanthrolin)-europium, Alq₃ und Lithiumtetra(2-methyl-8-hydroxychinolinato)-borat in einem Verhältnis 3:1:2 aufgebracht. Anschließend wurde die beschichtete Polyamid-Folie in 500 µm breite Streifen geschnitten.

Es wurden drei verschiedene Anodenbänder 2 hergestellt, wobei die Anodenbänder 2 jeweils ein rotes, blaues oder grünes Pigment aufwiesen.

Ein Anodenband 2R mit einem roten Pigment wies Polyamid als Substrat 3 auf, auf dem sich eine 20 nm dicke zusätzliche Schicht 9 aus C.I. Pigment Red 177 befand. Auf der zusätzlichen Schicht 9 war die zweite Elektrode 7 aus einer 130 nm dicken Schicht aus ITO aufgebracht. Auf der zweiten Elektrode 7 befand sich die 70 nm dicke, dritte organische Schicht 8 aus TPD.

Ein Anodenband 2G mit einem grünen Pigment wies einen analogen Aufbau auf mit dem Unterschied, dass die zusätzliche Schicht 9 C.I. Pigment Green 36 enthielt.

Ein Anodenband 2B mit einem blauem Pigment wies einen analogen Aufbau auf mit dem Unterschied, dass die zusätzliche Schicht 9 C.I. Pigment Blue 209 enthielt.

Die zusätzliche Schicht 9 fungierte in den Anodenbändern 2R, 2G, 2B als Farbfilter.

Die Breite des Anodenband 2R mit rotem Farbfilter betrug 250 μm , die Breite eines Anodenbandes 2G mit grünem Farbfilter betrug 100 μm und die Breite eines Anodenbandes 2B mit blauem Farbfilter betrug 150 μm .

- 5 Aus den Kathodenbändern 1 und den drei verschiedenen Anodenbändern 2R, 2G, 2B wurde ein zweidimensionales Geflecht gemäß Fig. 1 hergestellt, in dem die drei Anodenbänder 2 alternierend, d. h. 2R, 2G, 2B, 2R, 2G, 2B, ... als Kettfaden und die Anodenbänder 2 als Webfaden verwendet wurden. Das erhaltene zweidimensionale Geflecht wurde mit elektrischen Anschlüssen versehen und zwischen zwei 1 mm dicke Glasplatten getan, welche anschließend bei Temperaturen von 80 °C zusammengepresst und gasdicht mit Hilfe eines Klebers, der thermisch aushärtete, verschlossen. Es wurde eine vollfarbige, elektrolumineszierende Vorrichtung erhalten.
- 10

Ausführungsbeispiel 7

- 15 Es wurden Kathodenbänder 1 hergestellt, indem auf eine 200 μm dicke Aluminium-Folie eine 5 nm dicke Schicht aus Barium abgeschieden wurde. In dieser Ausführungsform fungiert die Aluminiumfolie als Substrat 3 und als erste Schicht der ersten Elektrode 4. Auf die Schicht aus Barium wurde eine 30 nm dicke erste organische Schicht 5 aus Alq₃ abgeschieden und auf die erste organische Schicht 5 wurde eine zweite organische Schicht 6 aus BALq abgeschieden. Anschließend wurde die beschichtete Polyamid-Folie in 200 μm breite Streifen geschnitten.
- 20

- 25 Weiterhin wurden Anodenbänder 2 hergestellt, in dem auf eine Polyamid-Folie als Substrat 3 eine 100 nm dicke SiO₂-Schicht als zusätzliche Schicht 9 abgeschieden wurde. Auf die zusätzliche Schicht 9 wurde eine 150 nm dicke zweite Elektrode 7 aus ITO abgeschieden. Auf die zweite Elektrode 7 wurde eine 200 nm dicke dritte organische Schicht 8 aus PDOT abgeschieden. Auf die dritte organische Schicht 8 wurde eine 30 nm dicke, vierte organische Schicht 10 aus α -NPD abgeschieden. Auf die 30 vierte, organische Schicht 10 war eine fünfte organische Schicht aus CBP dotiert mit 5% Ir(ppy)₃ aufgebracht.

Aus den Kathodenbändern 1 und den Anodenbändern 2 wurde ein zweidimensionales Geflecht gemäß Fig. 1 hergestellt, in dem die Kathodenbänder 1 als Webfaden und die Anodenbänder 2 als Kettfaden verwendet wurden. Das erhaltene zweidimensionale

5 Geflecht wurde mit elektrischen Anschlüssen versehen und zwischen zwei 1 mm dicke Glasplatten getan, welche anschließend bei Temperaturen von 80 °C zusammengepresst und gasdicht mit Hilfe eines Klebers, der thermisch aushärtete, abgedichtet wurden. Es wurde eine elektrolumineszierende Vorrichtung erhalten wurde, die an jedem zweiten Kreuzungspunkt blaues Licht emittierte.

10

Ausführungsbeispiel 8

Es wurden Kathodenbänder 1 hergestellt, indem auf eine Polyamid-Folie als Substrat 3 eine erste Elektrode 4 aus drei Schichten abgeschieden wurde. Die erste Schicht, welche

15 an das Substrat 3 grenzte, enthielt eine 20 nm dicke Schicht aus ZnS, die zweite Schicht enthielt eine 20 nm dicke Schicht aus Ag und die dritte Schicht enthielt eine 10 nm dicke Schicht Biphenyl, welches mit Cäsium dotiert war. Auf die erste Elektrode 4 wurde eine erste organische Schicht 5 aus Alq₃ aufgebracht. Die Schichtdicke der ersten organischen Schicht 5, welche als Elektronen-leitende Schicht fungierte, betrug 80 nm.

20 Anschließend wurde die beschichtete Polyamid-Folie in 200 µm breite Streifen geschnitten.

Weiterhin wurden Anodenbänder 2 hergestellt, in dem auf eine Polyamid-Folie als Substrat 3 eine zweite Elektrode 7 aus einer 35 nm dicken Schicht α-NPD abgeschieden

25 wurde. Auf der zweiten Elektrode 7 wurde eine 80 nm dicke dritte organische Schicht 8 aus 4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl (CBP) dotiert mit 8% FIrpic abgeschieden. Auf die dritte organische Schicht 8 wurde eine 30 nm dicke, vierte organische Schicht 10 aus PBD abgeschieden. Anschließend wurde die beschichtete Polyamid-Folie in 250 µm breite Streifen geschnitten.

30

Aus den Kathodenbändern 1 und den Anodenbändern 2 wurde ein zweidimensionales Geflecht gemäß Fig. 1 hergestellt, in dem die Kathodenbänder 1 als Webfaden und die Anodenbänder 2 als Kettfaden verwendet wurden. Das erhaltene zweidimensionale Geflecht wurde mit elektrischen Anschlüssen versehen und zwischen zwei 1 mm dicke 5 Glasplatten getan, welche anschließend bei Temperaturen von 80 °C zusammengepresst und gasdicht mit Hilfe eines Klebers, der durch Bestrahlung mit UV-Licht aushärtete, abgedichtet wurden. Es wurde eine elektrolumineszierende Vorrichtung erhalten wurde, die an jedem zweiten Kreuzungspunkt blaues Licht emittierte.

PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrolumineszierende Vorrichtung, welche einen ersten Satz an Bändern und einen zweiten Satz an Bändern umfasst, die derart angeordnet sind, dass sie ein zweidimensionales Geflecht mit Kreuzungspunkten zwischen den Bändern des ersten Satzes und Bändern des zweiten Satzes ausbilden, wobei die Bänder jeweils aus einer 5 Abfolge von Schichten bestehen und wenigstens ein Satz an Bändern eine lichtemittierende Substanz enthält, die Licht emittiert, wenn eine Spannung zwischen den ersten Satz an Bändern und zweiten Satz an Bändern angelegt wird.
2. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 1,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die Bänder jeweils eine organische Schicht (5,6,8,10) enthalten und an den Kreuzungspunkten die organische Schicht (5,6) des ersten Satzes an Bändern in Kontakt ist mit der organischen Schicht (8,10) des zweiten Satzes an Bändern.
- 15 3. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die organische Schicht (5,6,8,10) ein Material ausgewählt aus der Gruppe der organischen Polymere, der organischen Copolymere, der organischen Oligomere, der Metallkomplexe mit wenigstens einem organischen Liganden, der Heterozyklen und der 20 Amine.

4. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Band des ersten Satzes an Bändern ein Substrat (3), angrenzend an das Substrat
(3) ein erste Elektrode (4) und an die erste Elektrode (4) angrenzend eine erste
5 organische Schicht (5) aufweist.

5. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass an die erste organische Schicht (5) eine zweite organische Schicht (6) grenzt.
10

6. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste organische Schicht (5) und die zweite organische Schicht (6) ein
Elektronen-leitendes Material oder eine Licht-emittierende Substanz enthalten.
15

7. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Band des zweiten Satzes an Bändern ein Substrat (3), angrenzend an das
Substrat (3) ein zweite Elektrode (7) und an die zweite Elektrode (7) angrenzend eine
20 dritte organische Schicht (8) aufweist.

8. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass an die dritte organische Schicht (8) eine vierte organische Schicht (10) grenzt.
25

9. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die dritte organische Schicht (8) und die vierte organische Schicht (10) ein Loch-
leitendes Material oder eine Licht-emittierende Substanz enthalten.

10. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich zwischen dem Substrat (3) und der zweiten Elektrode (7) eine zusätzliche
5 Schicht (9) befindet.

11. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zusätzliche Schicht (9) ein Pigment oder SiO_2 enthält.

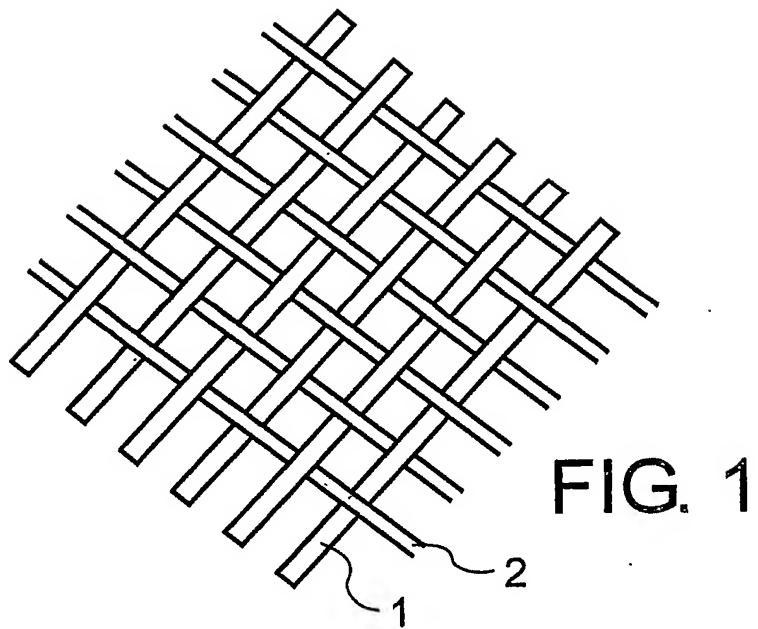
ZUSAMMENFASSUNG

Elektrolumineszierende Vorrichtung aus zweidimensionalem Array

Die Erfindung betrifft eine elektrolumineszierende Vorrichtung, welche einen ersten Satz an Bändern und einen zweiten Satz an Bändern umfasst, die derart angeordnet sind, 5 dass sie ein zweidimensionales Geflecht mit Kreuzungspunkten zwischen den Bändern des ersten Satzes und Bändern des zweiten Satzes ausbilden. Die Bänder bestehen jeweils aus einer Abfolge von Schichten und wenigstens ein Satz an Bändern enthält eine lichtemittierende Substanz, die bei Anlegen einer Spannung Licht emittiert. Durch die Bandstruktur wird die Kontaktfläche zwischen den einzelnen Bändern vergrößert 10 und die Lichterzeugung ist effizienter.

Fig. 1

PHDE020176



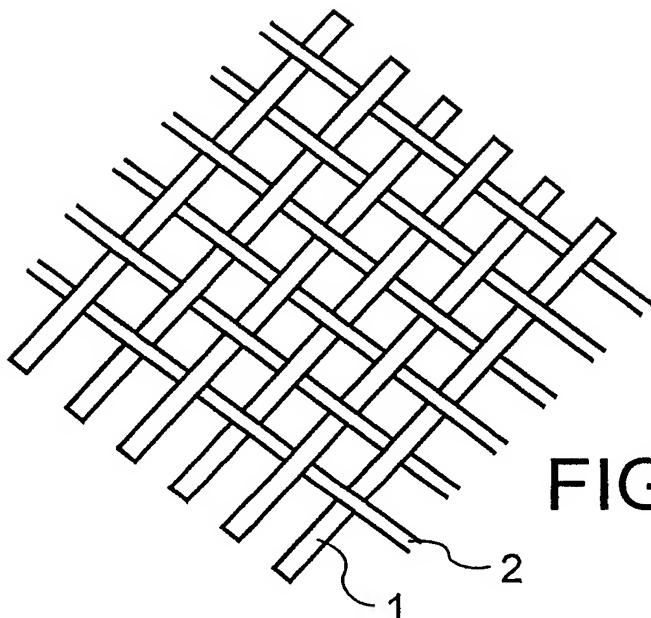


FIG. 1



FIG. 2



FIG. 3



FIG. 4



FIG. 5

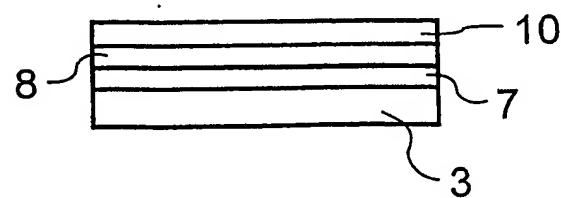


FIG. 6